

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年8月24日(24.08.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/141583 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 29/08 (2006.01) H02P 6/16 (2016.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/000723
- (22) 国際出願日: 2017年1月12日(12.01.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-027042 2016年2月16日(16.02.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社プロドローン(PRODRONE CO., LTD.) [JP/JP]; 〒4600004 愛知県名古屋市中区新栄町二丁目4番地 坂種栄ビル16階 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 菅木 紀代一(SUGAKI, Kiyokazu); 〒4600004 愛知県名古屋市中区新栄町二丁目4番地 坂種栄ビル16階 株式会社プロドローン内 Aichi (JP). 市原 和雄(ICHIHARA, Kazuo); 〒4600004 愛知県名古屋市中区新栄町二丁目4番地 坂種栄ビル16階 株式会社プロドローン内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人上野特許事務所(WENO & PARTNERS); 〒4600008 愛知県名古屋市中区栄三丁目2番23号ケイエスエスヤビル8階 Aichi (JP).

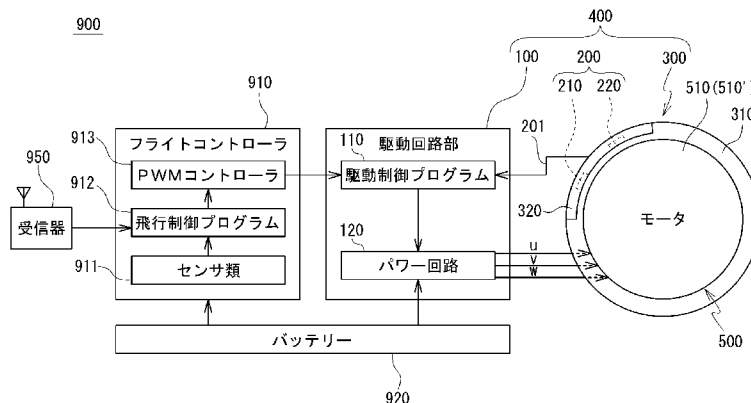
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: MOTOR DRIVE DEVICE

(54) 発明の名称: モータ駆動装置



- 100 Drive circuit unit
110 Drive control program
120 Power circuit
500 Motor
910 Flight controller
911 Sensors
912 Flight control program
913 PWM controller
920 Battery
950 Receiver

(57) Abstract: Provided is a motor drive device capable of providing the characteristics of a sensor-equipped brushless motor for an outer-rotor type sensorless brushless motor. This drive device for an outer-rotor type sensorless brushless motor (hereinafter referred to as "motor") is characterized by having externally mounted magnetic sensors and a drive circuit unit, wherein the externally mounted magnetic sensors are capable of detecting, from outside of the motor, leakage magnetic flux from permanent magnets arranged on the inner circumference of the rotor of the motor, and the drive circuit unit controls the rotation of the motor on the basis of a control signal for the motor that is input to the drive circuit unit, and feedback from the externally mounted magnetic sensors.

(57) 要約: アウターロータ型センサレスブラシレスモータに対して、センサ付きブラシレスモータの特性を付与可能なモータ駆動装置を提供する。アウターロータ型センサレスブラシレスモータ（以下、単に「モータ」という。）用のモータ駆動装置であって、前記モータ駆動装置は、外付け磁気センサと駆動回路部とを有し、前記外付け磁気センサは、前記

モータのロータ内周面に配置された永久磁石の漏れ磁束を前記モータの外部から検知可能であり、前記駆動回路部は、該駆動回路部に入力された前記モータの制御信号と、前記外付け磁気センサのフィードバックとに基づいて前記モータの回転を制御することを特徴とするモータ駆動装置。により解決する。

WO 2017/141583 A1

明 細 書

発明の名称： モータ駆動装置

技術分野

[0001] 本発明はモータ駆動装置に関し、更に詳しくは、アウターロータ型センサレスブラシレスモータ用のモータ駆動装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、整流子モータの構造的な欠点を改良したモータとしてブラシレスモータが広く使用されている。整流子モータは、ロータにコイルが、ステータに永久磁石が用いられた構造であり、ロータの各コイルの転流タイミングを整流子とブラシによる機械的なスイッチで制御することでロータを回転させるモータである。一方、ブラシレスモータは、ロータに永久磁石が、ステータにコイルが用いられた構造であり、ステータの各コイルの転流タイミングをインバータ回路で電子的に制御することでロータを回転させるモータである。ブラシレスモータでは、整流子モータのブラシと整流子の役割をインバータ回路が担っていることから、これらブラシと整流子の機械的接触に起因する電気ノイズや機械ノイズがなく、モータの寿命、メンテナンス性、および静音性に優れるという特徴がある。

[0003] ブラシレスモータには、センサ付きブラシレスモータと、センサレスブラシレスモータの二種類がある。センサ付きブラシレスモータとは、ホールICなどの磁気センサをモータ内部に複数配置し、これら磁気センサのフィードバックからロータの位置角度や回転角度、回転速度（回転数）、回転方向、（以下、これらを総称して「位置角度等」ともいう。）を検出する方式のブラシレスモータである。一方、センサレスブラシレスモータとは、磁気センサを用いることなくロータの位置角度等を検知する方式のブラシレスモータであり、コイルの逆起電力を利用したものが一般的である。

[0004] センサ付きブラシレスモータの長所としては、ロータ停止時を含むロータの位置角度等を高い精度で特定することができ、また、逆起電力からロータ

の位置角度等を算出するステップが不要であることから、モータのレスポンスが早いこと、低速回転時でも高いトルクを維持可能であること、高い省電力性などがあげられる。一方、短所としては、磁気センサとして一般に使用されるホールICに温度制限があるため高温環境下では使用できないことや、モータと駆動回路を接続する配線の本数が多く、ケーブリングが煩雑になること、センサレスブラシレスモータに比べて高コストになることなどがあげられる。

- [0005] センサレスブラシレスモータの長所としては、磁気センサが不要であるため高温環境下でも使用可能であること、配線の本数が少なくケーブリングが簡単であること、センサ付きブラシレスモータに比べてコストを低く抑えることができることなどがあげられる。短所としては、逆起電力の検出回路に時定数があり、使用できる回転速度に制限があることや、加減速を繰り返すような動作には適さないこと、さらに、逆起電力はロータの回転により発生するため、始動後に回転方向を修正するなど、制御が複雑になることなどがあげられる。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特開昭58-172993号
特許文献2：特開平01-008890号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 上で述べたように、センサ付きブラシレスモータとセンサレスブラシレスモータはそれぞれ一長一短があり、その用途や許容されるコストに応じて使い分けがされている。しかし、例えばセンサレスブラシレスモータが使われている機器であっても、目的によってはセンサ付きブラシレスモータを用いる方が望ましい場合がある。
- [0008] 一般に、センサレスブラシレスモータが予め組み付けられている機器で、

そのモータをセンサ付きブラシレスモータに交換するためには、モータと駆動回路の両方を交換する必要がある、コスト的な無駄が大きい。さらにアウターロータ型モータなど、インナーロータ型よりも種類の少ないモータでは、代用可能なセンサ付きブラシレスモータが見つからず、交換自体が難しいことがある。更に、アウターロータ構造はモータ内部のスペースが狭く、モータ内に事後的にセンサを設置することも難しい。

[0009] 上記問題に鑑み、本発明が解決しようとする課題は、アウターロータ型センサレスブラシレスモータに対して、センサ付きブラシレスモータの特性を付与可能なモータ駆動装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] 上記課題を解決するため、本発明のモータ駆動装置は、アウターロータ型センサレスブラシレスモータ（以下、単に「モータ」ともいう。）用のモータ駆動装置であって、前記モータ駆動装置は、外付け磁気センサと駆動回路部とを有し、前記外付け磁気センサは、前記モータのロータ内周面に配置された永久磁石の漏れ磁束を該ロータの外部から検知可能であり、前記駆動回路部は、該駆動回路部に入力された前記モータの制御信号と、前記外付け磁気センサのフィードバックとに基づいて前記モータを駆動することを特徴とする。

[0011] アウターロータ型モータは、モータケースの内周面に複数の永久磁石が配置されており、モータケース自体がロータとして回転する。これら複数の永久磁石は、モータケース内周面の周方向に沿って、隣接する永久磁石と互いに磁極の向きが反対となるように並べられている。これら各永久磁石の磁束は、僅かではあるがモータケースの外部にも漏出している。外付け磁気センサによりこの漏れ磁束を検知して、駆動回路部にフィードバックすることにより、センサレスブラシレスモータをあたかもセンサ付きブラシレスモータのように制御することが可能となる。

[0012] また、前記外付け磁気センサはホール素子を用いたセンサであり、前記漏れ磁束の磁場により発生したホール電圧をアナログ信号として前記駆動回路

部にフィードバックすることが好ましい。

- [0013] センサ付きブラシレスモータでは、一般に、その磁気センサとしてホールICが用いられることが多い。これは、モータ内部におけるホールICの配置位置が最適化されており、デジタル値で判定した方が簡便かつ高精度にロータの位置角度等を特定できるからである。本構成では、磁気センサとしてホール素子を用い、ホール電圧をあえてアナログ信号で表現することにより、漏れ磁束の僅かな強弱からロータの位置角度等を特定することが可能とされている。なお、ホール素子を複数のホールICで代用することも可能である。この場合、各ホールICの配置間隔を厳密に設定する必要があることから、モータごとにその配置間隔を調節する必要がある等、製造上の難点があるが、ホール素子を用いた場合とほぼ同等の機能を実現することができる。
- [0014] また、前記外付け磁気センサは、前記ロータの周方向に沿って複数配置されていることが好ましい。
- [0015] ロータの周方向における一点のみでなく、複数点から漏れ磁束を検知することにより、ロータの停止時においてもロータの位置角度を特定することが可能となる。さらに、ロータ停止時におけるその永久磁石の磁極配置が特定できることにより、モータ始動時にロータを任意の方向に回転させることが可能になる。これにより、モータの滑らかな始動動作を実現することができる。
- [0016] また、前記外付け磁気センサは、前記ロータの周方向に沿って複数配置されており、これら外付け磁気センサの配置間隔は、前記ロータ内周面に配置された各永久磁石の回転方向における幅よりも狭いまたは広いことが好ましい。
- [0017] 永久磁石のその回転方向における幅とは異なる間隔で複数の外付け磁気センサが配置されていることにより、これら隣接する外付け磁気センサが同じ磁極を示すか、異なる磁極を示すかという簡単な判定でロータの位置角度をある程度特定することが可能となる。
- [0018] また、前記駆動回路部は、前記モータの回転速度に応じて、そのときのト

ルクが最大となるように該モータの進角を調節可能であることが好ましい。

[0019] ロータの回転速度（回転数）に応じて動的に進角を最適化することにより、センサレスブラシレスモータを用いつつも、低速回転時から高速回転時にわたって高いトルクを維持することが可能となる。

[0020] また、前記外付け磁気センサは、前記ロータの軸方向と平行する方向に並べて配置された主センサおよび副センサの二つの磁気センサを一単位とすることが好ましい。

[0021] ロータに対して縦（軸方向と平行する方向）に並べられた二つの磁気センサを一単位として扱うことにより、例えばその平均値をとって位置角度等の検知精度を高めることや、副センサを主センサ故障時の予備とすることで信頼性を向上させることが可能となる。

[0022] また、前記モータに取り付けられるセンサアダプタ部をさらに備え、前記外付け磁気センサは前記センサアダプタ部に固定されており、前記外付け磁気センサは、前記センサアダプタ部の部位のうち、前記センサアダプタ部が前記モータに取り付けられたときに、前記モータの側方近傍となる位置に配置されている構成としてもよい。

[0023] さらに、前記センサアダプタ部は、前記モータの底面に結合される底部と、前記モータの側方に配置される側部と、を有し、前記側部は前記底部の上面から垂直に延出しており、前記側部は、前記モータのロータ外周面の形状に沿って、該ロータ外周面の周方向における少なくとも一部を覆う範囲で、該ロータ外周面との間に僅かに隙間が設けられる位置に配置されており、前記外付け磁気センサは、前記センサアダプタ部の前記側部に配置されている構成としてもよい。

[0024] 外付け磁気センサをロータ近傍に配置するためのセンサアダプタ部を別途備えることにより、外付け磁気センサの位置調節が容易となる。

発明の効果

[0025] 以上のように、本発明にかかるモータ駆動装置によれば、アウターロータ型センサレスブラシレスモータに対して、センサ付きブラシレスモータの特

性を付与することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]実施形態にかかる無人航空機の機能構成を示すブロック図である。

[図2]モータの平面視断面図である。

[図3]センサアダプタ部の外観を示す斜視図および正面図である。

[図4]センサアダプタ部の取り付け工程を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、本発明の実施形態について図面を用いて詳細に説明する。以下の実施形態は、複数の回転翼を備える無人航空機に本発明のモータ駆動装置が適用された例である。本実施形態の無人航空機はアウトロータ型センサレスブラシレスモータが搭載された製品であり、その当初のモータ駆動装置が本発明のモータ駆動装置に交換されている。

[0028] 図1は無人航空機900の機能構成を示すブロック図である。本実施形態における無人航空機900の主な機能は、後述するフライトコントローラ910、モータ駆動装置400、およびモータ500、ならびに、無人航空機900の操縦者からの操縦信号を受信する受信機950、および無人航空機900の各装置に電力を供給するバッテリー920により構成されている。

[0029] [フライトコントローラの構成]

フライトコントローラ910の機能は、主に、センサ類911、飛行制御プログラム912、および、PWMコントローラ913により構成されている。センサ類910は、無人航空機900の機体の傾きや回転のほか、現在の緯度経度、高度、および機首の方位角を含む自機の位置情報を取得する。飛行制御プログラム912は、これらセンサ類910の出力値を参酌しながら飛行中の無人航空機900の姿勢や基本的な飛行動作を制御するプログラムである。PWMコントローラ913は、飛行制御プログラム912の指示をPWM信号（制御信号）に変換してモータ駆動装置400に伝える装置である。

[0030] [モータの構成]

図2はモータ500の平面視断面図である。モータ500は一般的なアウターロータ型センサレスブラシレスモータである。モータ500のモータケース510には、その内周面に8枚の永久磁石520が配置されており、モータケース510自体がロータ510'として回転する。尚、本発明における「ロータ」とはモータケース510のことを意味している。これら8枚の永久磁石520は、隣接する永久磁石520と互いに磁極の向きが反対となるように、モータケース510内周面の周方向に沿って並べられている。これら各永久磁石520の磁束は、モータケース510がヨークとして作用しているため僅かではあるが、モータケース510の外部にも漏出している。

[0031] [モータ駆動装置の構成]

(全体構成)

モータ駆動装置400は、本実施形態のモータ500のようなアウターロータ型センサレスブラシレスモータ専用のモータ駆動装置である。図1に示すように、モータ駆動装置400は、外付け磁気センサ200（外付け磁気センサ210、220）、駆動回路部100、およびセンサアダプタ部300により構成されている。

[0032] モータ500に対する始動／停止、回転方向（CW／CCW）、および回転速度（回転数）などの指示は、フライトコントローラ910の飛行制御プログラム912により作成される。かかる指示はPWMコントローラ913によりPWM信号に変換され、モータ駆動装置400の駆動回路部100に入力される。駆動回路部100は、モータ500の各コイル531（図2参照）にリード線u、v、wで接続されており、PWMコントローラ913から受信したPWM信号（飛行制御プログラム912の指示）に従ってリード線u、v、wの電流を制御し、モータ500を駆動する。

[0033] (外付け磁気センサ)

外付け磁気センサ200はホール素子を用いた磁気センサである。外付け磁気センサ200はセンサアダプタ部300に固定されており、ロータ510'の側方近傍でロータ510'の漏れ磁束を検知する。外付け磁気センサ

200の配線201は駆動回路部100に接続されており、外付け磁気センサ200は、漏れ磁束の磁場により発生したホール電圧をアナログ信号として駆動回路部100にフィードバックする（以下、このような磁気センサを「アナログ磁気センサ」ともいう。）。一般に、センサ付きブラシレスモータでは、その磁気センサとしてホールICが用いられることが多いが、本実施形態ではホール電圧値をあえてアナログ信号でフィードバックすることにより、漏れ磁束の僅かな強弱からロータ510'の位置角度等を特定することが可能とされている。ホール素子を用いたアナログ磁気センサには、当然、リニアホールICも含まれる。

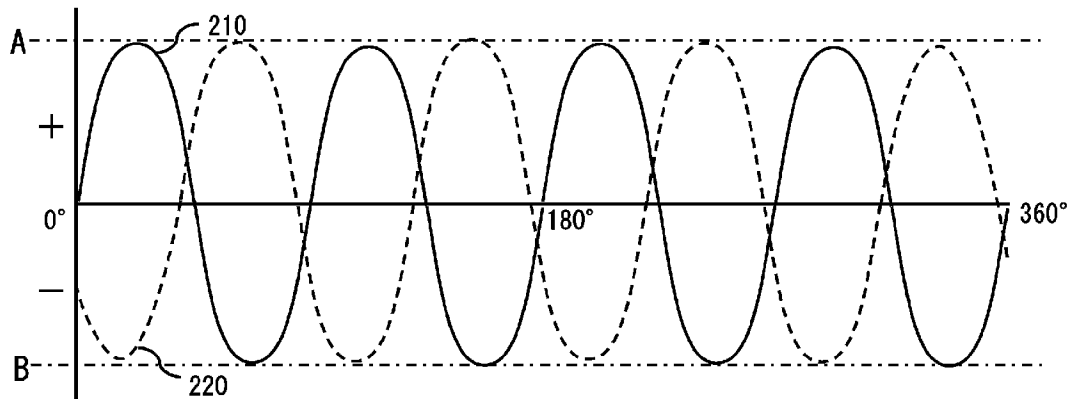
[0034] 尚、外付け磁気センサ２００は常にアナログ磁気センサである必要はなく、要求される検出精度や配置される外付け磁気センサ２００の数および位置などに応じて、一般的なホールＩＣ（ＨまたはＬのデジタル値を出力する磁気センサ）を用いることもできる。

[0035] 本実施形態における外付け磁気センサ200は、ロータ510'の周方向に沿って2つ配置されている（外付け磁気センサ210, 220）。これら2つの外付け磁気センサ210, 220の配置間隔は、ロータ510'の各永久磁石520の回転方向における幅（以下、単に「永久磁石520の幅」ともいう。）よりも狭い。これにより、例えばこれら外付け磁気センサ210, 220が同じ磁極を示すか、それとも異なる磁極を示すかという簡単な判定でロータ510'の大まかな位置角度を特定することが可能になるなど、外付け磁気センサ200が1つだけの場合に比べて、ロータ510'停止時における位置角度の検出精度が高められている。

[0036] 次段落に示す表 1 は外付け磁気センサ 210、220 により検知される漏れ磁束（ホール電圧値）をモデル化したグラフである。実線の波形が外付け磁気センサ 210 のホール電圧値であり、破線の波形が外付け磁気センサ 220 のホール電圧値である。表 1 が示す波形はロータ 510 が時計回り（CW）に一回転したときの様子である。プラス側の極値 A は N 極の永久磁石 520 の幅方向の中心にあたり、マイナス側の極値 B は S 極の永久磁石 52

0の幅方向の中心にあたる。実際にはモータ500内部のステータ530と永久磁石520の磁力が干渉し合い、表1のようなきれいな波形とはならないが、同様の傾向を取得することができれば十分であり、多少の波形の乱れは実運用上特に問題とはならない。

[0037] [表1]



[0038] 尚、外付け磁気センサ200は常に2つである必要はなく、滑らかな始動動作の必要性や、要求される信頼性に応じて、1つとしてもよく、3つ以上としてもよい。例えば、外付け磁気センサ200を周方向に3つ配置した場合、そのうち1つが故障しても位置角度等の検出性能に影響はない。このようにして外付け磁気センサ200にディペンダビリティをもたせることも可能である。尚、2つ以上の外付け磁気センサ200がその数の効果を発揮するのは、主に、停止中のロータ510'の位置角度を特定するときである。ロータ510'が回転を始めた後は、基本的にその回転速度（回転数）を監視するだけなので、外付け磁気センサ200が1つでも複数でも効果にそれほど違いはない。

[0039] さらに、外付け磁気センサ200の配置間隔も、常に各永久磁石520の幅より狭く設けられている必要はなく、逆に各永久磁石520の幅よりも広い間隔としてもよい。ただし、例えば本実施形態のように永久磁石520が8つの場合に、配置間隔を 45° ($360^\circ / 8$)の倍数にすると、これら外付け磁気センサ200が常に同一または逆の磁極を検知し続けることになり、外付け磁気センサ200を複数配置する意味が希薄となる。よって、外

付け磁気センサ200の配置間隔は、少なくとも 360° / (永久磁石520の個数)の倍数以外の間隔とすることが望ましい。

[0040] また、本実施形態における「位置角度の特定」とはロータ510'の絶対位置(360° の範囲における位置角度)を特定することではなく、 360° / (永久磁石520の個数) $\times$ 2 (隣接するN極とS極)、つまり本実施形態では、 360° の範囲のうちいずれか 90° の範囲内における位置角度を特定することを意味している。表1に示されるように、外付け磁気センサ210, 220の値の組み合わせは、任意の 90° の範囲内においてどの角度を切り取っても一意となっている。この範囲の位置角度を特定することができれば、ロータ510'の絶対角度までは分からないものの、そのときのロータ510'の永久磁石520の磁極配置を特定することは可能である。これにより、停止状態のモータ500の始動時において、一旦モータ500を始動させてその後に回転方向を修正したりする必要がなく、ロータ510'を最初から任意の方向へ回転させることが可能とされている。つまり滑らかな始動動作が実現されている。

[0041] 図3はセンサアダプタ部300の外観を示す斜視図および正面図である。図3(b)に示すように、外付け磁気センサ210, 220は、それぞれ、ロータ510'の軸方向と平行する方向に並べられた(図3(b)において縦に並べられた)主センサ211, 221および副センサ212, 222の2つの磁気センサを一単位として構成されている。本実施形態では基本的に主センサ211, 221のみが外付け磁気センサ210, 220として用いられており、例えば主センサ211, 221からのフィードバックが途絶えるなど、主センサ211, 221の動作に異常が生じた場合にのみ副センサ212, 222が用いられる。主センサ211, 221および副センサ212, 222の使い分けは本実施形態の態様には限られず、その他、例えば主センサ211, 221および副センサ212, 222ごとに平均値をとったり、主センサ211, 221と副センサ212, 222のうちホール電圧値の波形が明確な方のみを採用したりすることも可能である。

[0042] (駆動回路部)

駆動回路部１００は、PWMコントローラ９１３のPWM信号と、外付け磁気センサ２００のフィードバックに基づいてモータ５００の回転を制御するマイクロコントローラである。駆動回路部１００の基本的な機能は、センサ付きブラシレスモータの駆動回路（「ESC (Electric Speed Controller)」や「アンプ」と呼ばれることもある）と同じである。

[0043] 駆動回路部１００は、主に、駆動制御プログラム１１０と、パワー回路１２０により構成されている。パワー回路１２０はトランジスタで構成されたインバータ回路を備えており、トランジスタのON-OFFを切り替えることにより、ステータ５３０のコイル５３１に流れる電流の向きを反転させる。駆動制御プログラム１１０は、PWMコントローラ９１３からのPWM信号に従い、また、外付け磁気センサ２００のフィードバックからロータ５１０'の位置角度等を特定し、パワー回路１２０を通じて各トランジスタのベースを操作し、コイル５３１の転流タイミングを制御する。

[0044] このように、外付け磁気センサ２００が検知した漏れ磁束を駆動回路部１００にフィードバックして、駆動回路部１００がそのフィードバックに基づいてモータ５００を駆動させることにより、センサレスブラシレスモータをあたかもセンサ付きブラシレスモータのように制御することができる。つまり、センサレスブラシレスモータにセンサ付きブラシレスモータの長所を付与することが可能となる。すなわち、センサレスブラシレスモータを使いつつも、ロータ５１０'の停止時を含むロータ５１０'の位置角度等を高い精度で特定することができ、モータ５００のレスポンスを高め、低速回転時でも高いトルクを維持することを可能とし、省電力性を向上させることができる。

[0045] また、駆動回路部１００の駆動制御プログラム１１０は、モータ５００の回転速度に応じて、そのときのトルクが最大となるようにモータ５００の進角を自動的に調節する機能を備えている。一般にモータは、特定の回転数をピークとして、それより回転数が増えても減ってもトルクが低下する。駆動

制御プログラム 110 は、モータ 500 の回転速度の上昇・下降に応じて自動的に進角を大きく・小さくする制御を行うことにより、低速回転時から高速回転時まで高いトルクを維持することが可能とされている。

[0046] 尚、所定時間内の回転数やその回転数に応じた負荷をパラメータ化し、そのときの回転速度に応じた最適な進角を算出する式を関数にすることで、どのような回転数であっても最大のトルクを出すことが可能となるが、現時点では、あらゆる種類のモータに共通して適用可能な関数は存在しない。そのため、使用するモータごとにオシロスコープなどを用いて検証を行い、パラメータ値を事前に設定しておく必要がある。ただし、モータの極数とスロット数が同じであればパラメータ値も概ね同じものとなることが予測される。

[0047] (センサアダプタ部)

以下、図 1 および図 3 を用いてセンサアダプタ部 300 の構成について説明する。センサアダプタ部 300 は、外付け磁気センサ 200 を、ロータ 510' の側方近傍における漏れ磁束の検知に最適な位置に配置し、かつ固定するための部材である。センサアダプタ部 300 は、樹脂製または金属製の部材であり、モータ 500 の底面にねじ止めされた円板状の底部 310 と、底部 310 の外縁部からモータ 500 側に垂直に延出した側部 320 と、からなる。側部 320 は、ロータ 510' 外周面の形状に沿って、その周方向の一部を覆う範囲で、ロータ 510' 外周面との間に僅かに隙間を設けて配置されている。外付け磁気センサ 200 は側部 320 に配置されている。これにより、センサアダプタ部 300 がモータ 500 に取り付けられたときに、外付け磁気センサ 200 がロータ 510' 側方近傍となる位置に配置される。

[0048] 図 4 は、センサアダプタ部 300 の組み付け工程を示す図である。図 4 (a) は無人航空機 900 のアーム 930 からモータ 500 を取り外す様子を示している。モータ 500 をアーム 930 から取り外す際には、単にこれらを結合している止めねじ 932 を外せばよい。図 4 (b) はセンサアダプタ部 300 をモータ 500 とアーム 930 に取り付ける様子を示している。セ

ンサアダプタ部３００の底部３１０には、モータ５００の底面に設けられたねじ穴と同じ位置に貫通孔３１１が設けられている。センサアダプタ部３００を取り付ける際には、モータ５００とアーム９３０の間にセンサアダプタ部３００の底部３１０を挟み、底部３１０の貫通孔３１１を通して止めねじ９３２をモータ５００に取り付ける。

[0049] 本実施形態のモータ駆動装置４００はセンサアダプタ部３００を備えていることにより、外付け磁気センサ２００の位置調節や、外付け磁気センサ２００を漏れ磁束の検知に最適な位置での固定を簡単に行うことが可能とされている。尚、センサアダプタ部３００は必須の構成ではなく、例えば無人航空機９００の機体の形状によっては、その機体に直接外付け磁気センサ２００を固定することなども考えられる。

[0050] 以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の改変が可能である。

請求の範囲

- [請求項1] アウターロータ型センサレスブラシレスモータ（以下、単に「モータ」という。）用のモータ駆動装置であって、
- 前記モータ駆動装置は、外付け磁気センサと駆動回路部とを有し、
- 前記外付け磁気センサは、前記モータのロータ内周面に配置された永久磁石の漏れ磁束を前記モータの外部から検知可能であり、
- 前記駆動回路部は、該駆動回路部に入力された前記モータの制御信号と、前記外付け磁気センサのフィードバックとに基づいて前記モータの回転を制御することを特徴とするモータ駆動装置。
- [請求項2] 前記外付け磁気センサはホール素子を用いたセンサであり、前記漏れ磁束の磁場により発生したホール電圧をアナログ信号として前記駆動回路部にフィードバックすることを特徴とする請求項1に記載のモータ駆動装置。
- [請求項3] 前記外付け磁気センサは、前記ロータの周方向に沿って複数配置されていることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のモータ駆動装置。
- [請求項4] 前記外付け磁気センサは、前記ロータの周方向に沿って複数配置されており、これら外付け磁気センサの配置間隔は、前記ロータ内周面に配置された各永久磁石の回転方向における幅よりも狭いまたは広いことを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか一項に記載のモータ駆動装置。
- [請求項5] 前記駆動回路部は、前記モータの回転速度に応じて、そのときのトルクが最大となるように該モータの進角を自動的に調節可能であることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか一項に記載のモータ駆動装置。
- [請求項6] 前記外付け磁気センサは、前記ロータの軸方向と平行する方向に並べて配置された主センサおよび副センサの二つの磁気センサを一単位とすることを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか一項に記載

のモータ駆動装置。

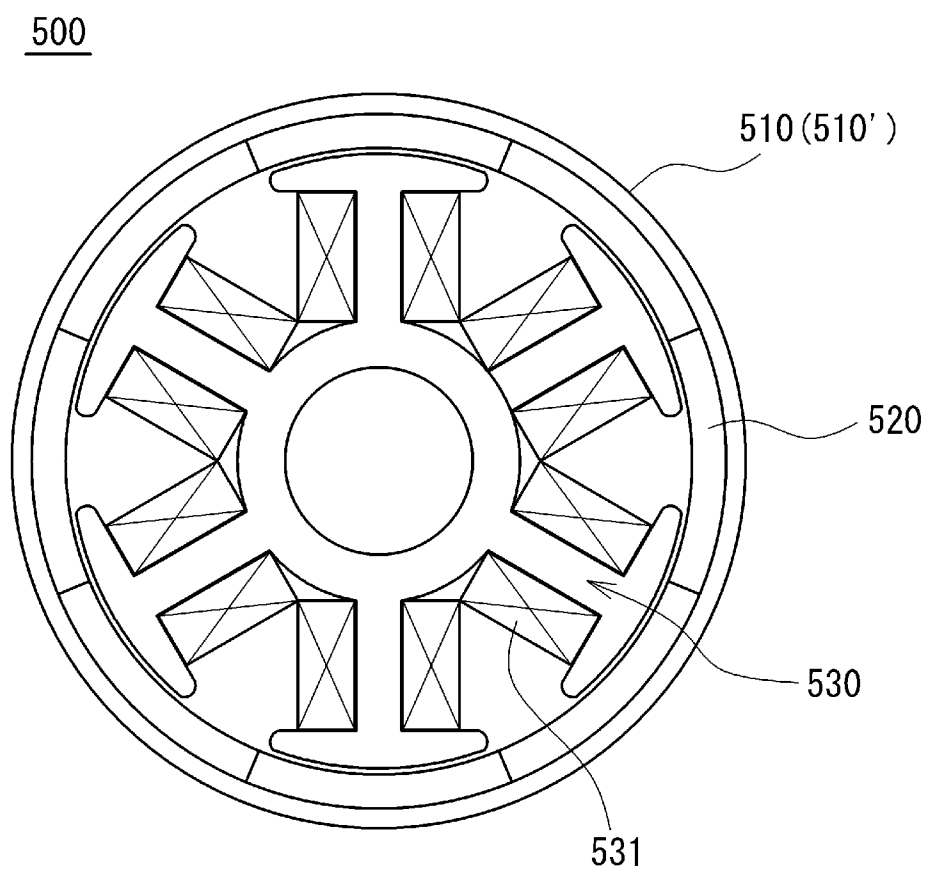
[請求項7]

前記モータに取り付けられるセンサアダプタ部をさらに備え、
前記外付け磁気センサは前記センサアダプタ部に固定されており、
前記外付け磁気センサは、前記センサアダプタ部の部位のうち、前記センサアダプタ部が前記モータに取り付けられたときに、前記モータの側方近傍となる位置に配置されていることを特徴とする請求項1から請求項6のいずれか一項に記載のモータ駆動装置。

[請求項8]

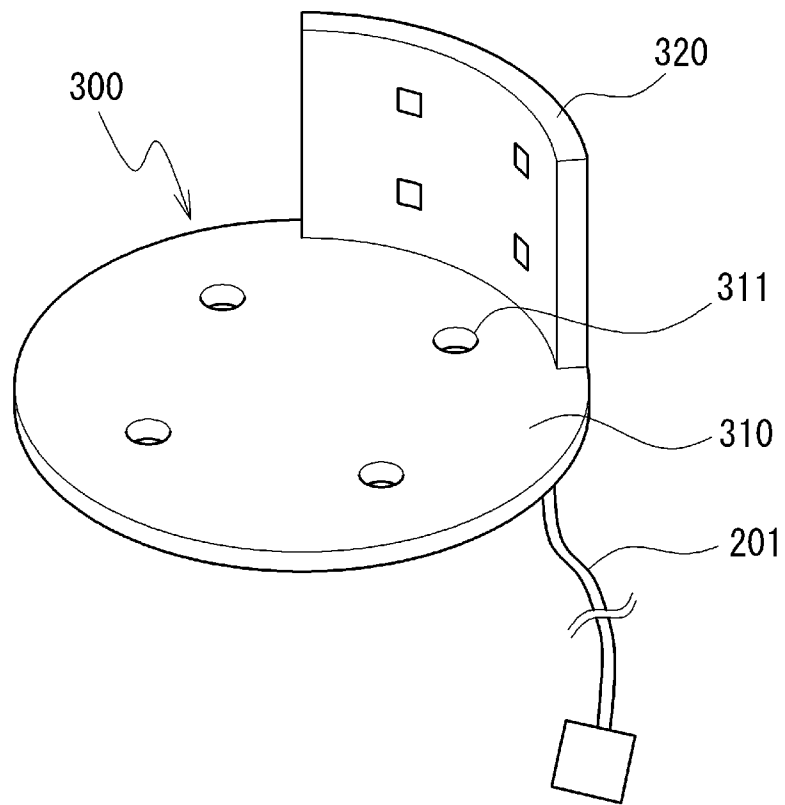
前記センサアダプタ部は、前記モータの底面に結合される底部と、前記モータの側方に配置される側部と、を有し、
前記側部は前記底部の上面から垂直に延出しており、
前記側部は、前記モータのロータ外周面の形状に沿って、該ロータ外周面の周方向における少なくとも一部を覆う範囲で、該ロータ外周面との間に僅かに隙間が設けられる位置に配置されており、
前記外付け磁気センサは、前記センサアダプタ部の前記側部に配置されていることを特徴とする請求項7に記載のモータ駆動装置。

[図2]

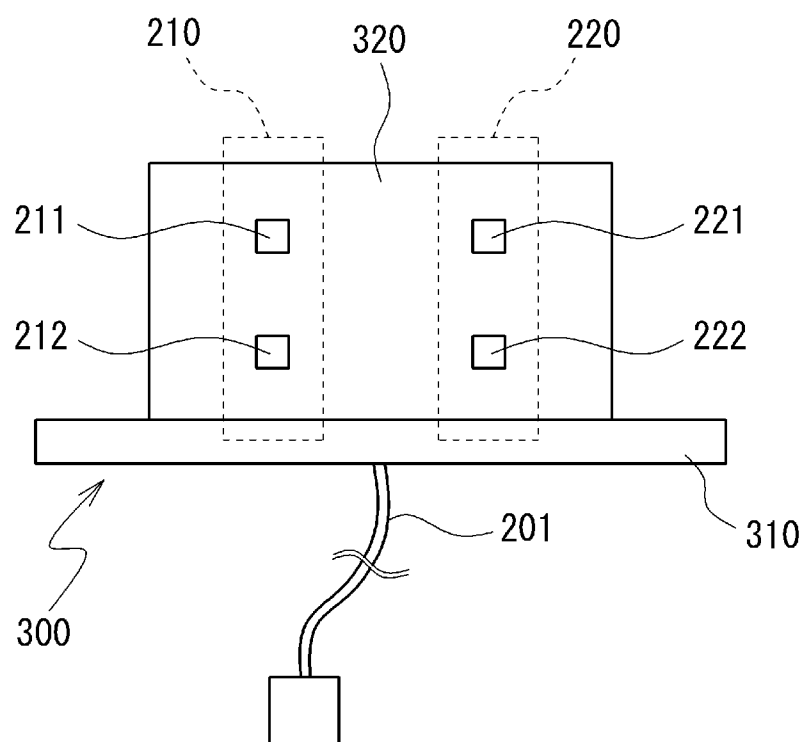


[図3]

(a)

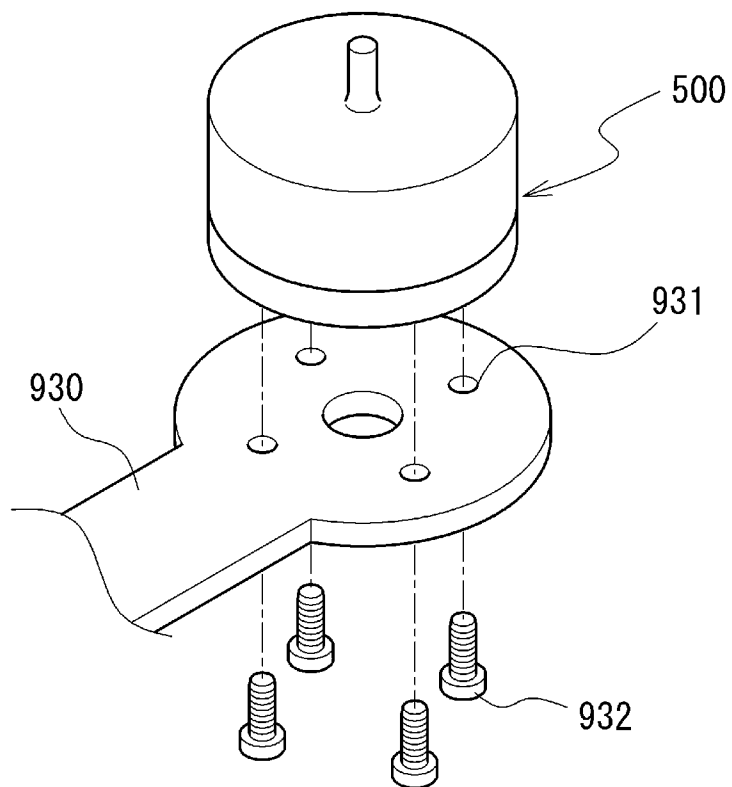


(b)

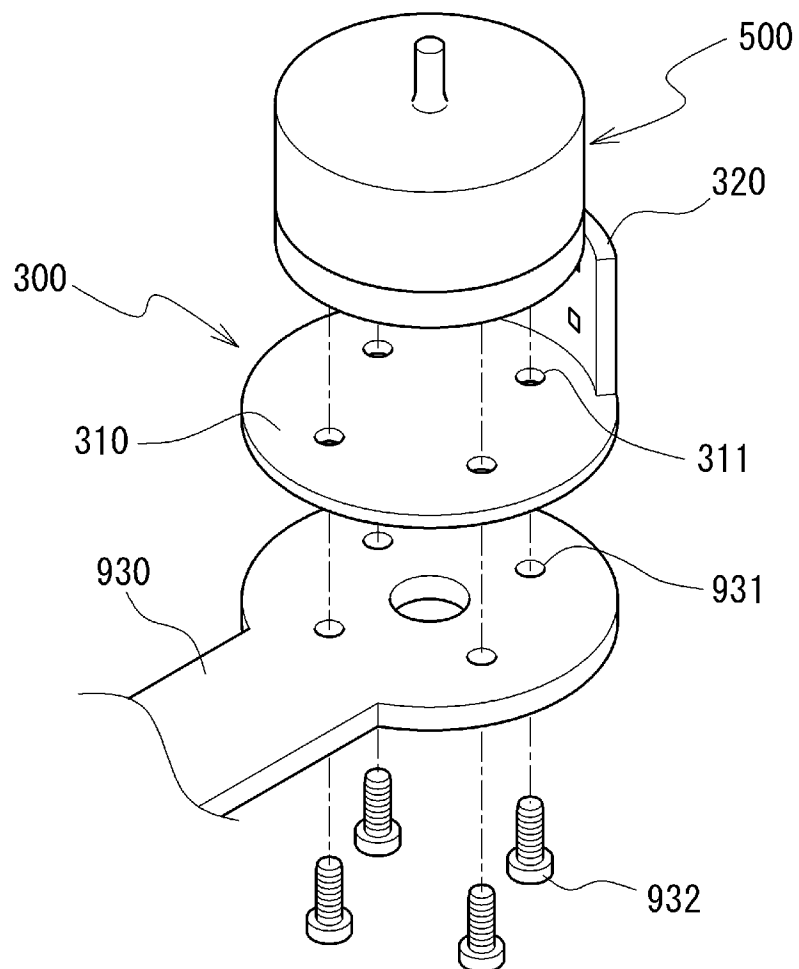


[図4]

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/000723

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K29/08(2006.01)i, H02P6/16(2016.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02K29/08, H02P6/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2000-188891 A (Nakanishi Inc.), 04 July 2000 (04.07.2000), paragraphs [0014] to [0021]; fig. 1 (Family: none)	1-6 7-8
Y A	JP 2009-141990 A (Rohm Co., Ltd.), 25 June 2009 (25.06.2009), paragraph [0021] (Family: none)	1-6 7-8
Y A	JP 2007-46511 A (NIDEC Corp.), 22 February 2007 (22.02.2007), paragraph [0020] (Family: none)	1-6 7-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 March 2017 (21.03.17)

Date of mailing of the international search report
04 April 2017 (04.04.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/000723

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 21368/1989 (Laid-open No. 114373/1990) (Copal Co., Ltd.), 13 September 1990 (13.09.1990), fig. 1, 3 (Family: none)	1-6 7-8
Y A	JP 3-198647 A (Shinano Kenshi Co., Ltd.), 29 August 1991 (29.08.1991), fig. 1 (Family: none)	1-6 7-8
Y	JP 2014-230363 A (Mitsubishi Electric Corp.), 08 December 2014 (08.12.2014), paragraphs [0033] to [0036] (Family: none)	5-6
Y	JP 2002-272165 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 20 September 2002 (20.09.2002), paragraphs [0047] to [0053] (Family: none)	5-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02K29/08(2006.01)i, H02P6/16(2016.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02K29/08, H02P6/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2000-188891 A（株式会社ナカニシ）2000.07.04, 段落 [0014]-[0021]、図1（ファミリーなし）	1-6 7-8
Y A	JP 2009-141990 A（ローム株式会社）2009.06.25, 段落[0021]（フ ァミリーなし）	1-6 7-8
Y A	JP 2007-46511 A（日本電産株式会社）2007.02.22, 段落[0020]（フ ァミリーなし）	1-6 7-8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21.03.2017

国際調査報告の発送日

04.04.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

森山 拓哉

3 V

3924

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	日本国実用新案登録出願 1-21368 号(日本国実用新案登録出願公開 2-114373 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (株式会社コパル) 1990.09.13, 第 1, 3 図 (ファミリーなし)	1-6 7-8
Y A	JP 3-198647 A (シナノケンシ株式会社) 1991.08.29, 第 1 図 (ファミリーなし)	1-6 7-8
Y	JP 2014-230363 A (三菱電機株式会社) 2014.12.08, 段落 [0033]-[0036] (ファミリーなし)	5-6
Y	JP 2002-272165 A (三洋電機株式会社) 2002.09.20, 段落 [0047]-[0053] (ファミリーなし)	5-6